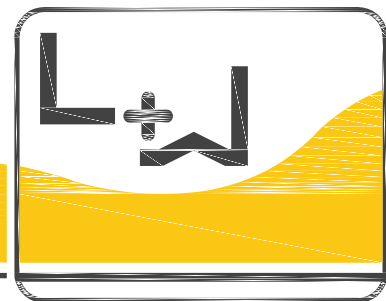




An der Dänischburg 10, 23569 Lübeck · Hanskampring 21, 22885 Barsbüttel

Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr SH  
Standort Flensburg  
Schleswiger Straße 55

24941 Flensburg

Anerkannter Sachverständiger für Erd- und Grundbau bei der Bundesingenieurkammer

Prüfsachverständiger PPVO für Erd- und Grundbau  
Sachverständiger der IHK zu Lübeck

Anerkannte Prüfstelle gemäß RAP-Str  
Bodenmechanisches Labor

Ständige Betonprüfstelle DIN EN 206 / DIN 1045-2  
VBI, VDB, VSVI, FGSV, BWK, HTG, DGGT, FGDA

- ☎ Erd- und Grundbau
- ☎ Grundwasserhydraulik
- ☎ Deponie- und Altlastentechnik
- ☎ Hochwasserschutz
- ☎ Verkehrswegebau
- ☎ Wasserbau

## Geotechnischer Bericht

01.03.2021

B 80121/1.6

**Bundesstraße B5 – Dreistreifiger Ausbau Tönning – Husum – 1. bis 4. Bauabschnitt**  
- Empfehlung Regelbauweise Wirtschaftswege unterschiedlicher Nutzungsarten -

### Inhalt:

1. Vorbemerkungen
2. Bauwerk und Definition
3. Allgemeine Baugrund- und Grundwasserverhältnisse
4. Planungsempfehlungen (DWA-A 904 und RStO)
5. Ausbauempfehlung
6. Hinweise zur Bauausführung
7. Zusammenfassung

### Anlagen:

keine

### Verteiler:

Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig Holstein



## Inhaltsverzeichnis:

|           |                                                                           |           |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.</b> | <b>Vorbemerkungen .....</b>                                               | <b>3</b>  |
| 1.1       | Veranlassung .....                                                        | 3         |
| 1.2       | Unterlagen .....                                                          | 3         |
| <b>2.</b> | <b>Bauwerk und Definition .....</b>                                       | <b>4</b>  |
| <b>3.</b> | <b>Allgemeine Baugrund- und Grundwasserverhältnisse .....</b>             | <b>6</b>  |
| 3.1       | Baugrundverhältnisse .....                                                | 6         |
| 3.2       | Trag- und Verformungsverhalten der Böden .....                            | 7         |
| <b>4.</b> | <b>Planungsempfehlungen (DWA-A 904 und RStO) .....</b>                    | <b>7</b>  |
| 4.1       | Allgemein .....                                                           | 7         |
| 4.2       | Empfehlung nach DWA-A 904 .....                                           | 8         |
| 4.3       | Empfehlung nach RStO .....                                                | 8         |
| <b>5.</b> | <b>Ausbauempfehlung .....</b>                                             | <b>9</b>  |
| 5.1       | Wirtschaftsweg Kategorie A .....                                          | 9         |
| 5.1.1     | Planum .....                                                              | 9         |
| 5.1.2     | Mineralische Tragschichten .....                                          | 10        |
| 5.1.3     | Gebundene Fahrbahndecke .....                                             | 10        |
| 5.1.4     | Entwässerung / Frostsicherheit / Baugrundverformung .....                 | 11        |
| 5.1.5     | Ausbauvarianten .....                                                     | 12        |
| 5.2       | Verbindungs- und Wirtschaftsweg Kategorie B .....                         | 12        |
| 5.2.1     | Planum .....                                                              | 13        |
| 5.2.2     | Mineralische Tragschichten .....                                          | 14        |
| 5.2.3     | Gebundene Fahrbahndecke .....                                             | 14        |
| 5.2.4     | Entwässerung / Frostsicherheit / Baugrundverformung .....                 | 14        |
| 5.2.5     | Ausbauvariante .....                                                      | 15        |
| 5.3       | Verbindungs- und Wirtschaftsweg Kategorie C .....                         | 15        |
| 5.4       | Bauwerksumfahrungen / Anschlussstellen / vorkonsolidierte Dammlagen ..... | 18        |
| <b>6.</b> | <b>Hinweise zur Bauausführung .....</b>                                   | <b>19</b> |
| 6.1       | Bauablauf .....                                                           | 19        |
| 6.2       | Gewässerquerungen .....                                                   | 19        |
| 6.3       | Einbau und Verdichtung .....                                              | 19        |
| 6.4       | Wasserhaltung .....                                                       | 20        |
| 6.5       | Baustoffe und Qualitätsanforderungen .....                                | 20        |
| <b>7.</b> | <b>Zusammenfassung .....</b>                                              | <b>22</b> |



## 1. Vorbemerkungen

### 1.1 Veranlassung

Das Ingenieurbüro Dr. Lehnert + Wittorf, Lübeck wurde durch den Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr, Schleswig-Holstein beauftragt, im Zuge des Dreistreifigen Ausbaus der Bundesstraße B5 zwischen Tönning und Husum, für Wirtschaftswege eine auf die Nutzung und Wirtschaftlichkeit abgestimmte Ausbauempfehlung für die Gründung und den Straßenoberbau zu erstellen.

Die ca. 15 km lange Ausbaustrecke der B5 soll in insgesamt 4 Bauabschnitten realisiert werden. Zur Vereinheitlichung der Bauweisen der Wirtschaftswege soll eine übergeordnete Ausbauempfehlung in Abhängigkeit von drei Belastungsklassen / Nutzungsarten erstellt werden.

Die bisher vorliegende Geotechnische Stellungnahme zur Ausbauempfehlung der Bundesstraße B5 / Wirtschaftswege unseres Büros B 80111/1.5 vom 21.03.2011 wird durch den vorliegenden Geotechnischen Bericht aufgrund geänderter planerischer Gegebenheiten und länderspezifischer Verfügungen ersetzt. Bestandteil dieses Berichtes ist die Ableitung und Empfehlung einheitlicher Bauweisen für Wirtschaftswege bei annähernd geländegleicher Bauweise entlang der Ausbaustrecke von Tönning bis Husum.

Die Maßnahme liegt im Bereich der Eiderniederung des Marschgebietes. Entsprechend ist mit stark setzungsempfindlichen organogenen Böden an der Geländeoberfläche zu rechnen.

Detaillierte Baugrunderkundungen, -beschreibungen und -bewertungen liegen bereits für jeden der 4. Bauabschnitte durch Geotechnische Berichte vor. Entsprechend wird großflächig auf die vorhandenen maßgebenden Untersuchungsergebnisse zurückgegriffen.

Kleinräumige Gegebenheiten, die lokal spezielle Gründungsmaßnahme durch angrenzende bzw. querende Bauwerke oder baubetriebliche Gegebenheiten erfordern, werden mit dieser Ausarbeitung nicht erfasst und sind individuell in den einzelnen Bauabschnitten zusätzlich geotechnisch zu bewerten.

### 1.2 Unterlagen

Für die Bearbeitung wurden die nachfolgenden Unterlagen verwendet:

#### 1. Bauabschnitt:

- [U1] Baugrundgutachten „B5, Dreistreifigkeit Tönning-Husum, 1. BA von Tönning nach Rothenspieker, Bau-km 0+300 bis 5+500 und Ausbau der K 40“ Projektschlüssel B005-000698-034 vom 27.11.2007 der IGB Ingenieurgesellschaft mbH, Kiel
- [U2] Vermerk „B5, Dreistreifigkeit Tönning-Husum, 1. BA, Tönning - Rothenspieker, Anschlussstelle K40 / B5 + Rampe BW 1 (K40 / B5) vom Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr SH, Kiel vom 14.07.2020
- [U3] Geotechnische Stellungnahme „B5, Dreistreifigkeit Tönning-Husum, 1. BA, Tönning - Rothenspieker, Anschlussstelle K40 / B5 + Rampe BW 1 (K40 / B5) vom Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr SH, Kiel vom 18.08.2020



- [U4] Übersichtslageplan mit Eintragung der Kategorien für Wirtschaftswege vom planenden Ingenieurbüro eds-planung GmbH, Gettorf vom November 2020

## 2. Bauabschnitt

- [U5] Eigene Gutachterliche Stellungnahme zu den Baugrundverhältnissen und Gründungsvarianten für die Bundesstraße B5, Dreistreifigen Ausbau 2. Bauabschnitt – Rothenspieker - Reimersbude / 1. Bericht – Vorplanung B 801110/1 vom 07.06.2010
- [U6] Eigene Gutachterliche Stellungnahme zu den Baugrundverhältnissen und Gründungsberatung für die Bundesstraße B5, Dreistreifigen Ausbau 2. Bauabschnitt – Rothenspieker - Reimersbude / 3 Bericht – Entwurfsplanung B 801112/3 vom 30.04.2012
- [U7] Übersichtslageplan mit Eintragung der Kategorien für Wirtschaftswege vom planenden Ingenieurbüro MIV, Schwerin vom November 2020

## 3. Bauabschnitt

- [U8] Geotechnische Beschreibung und Beurteilung der Bodenverhältnisse für die B5, Dreistreifiger Ausbau Tönning – Husum, 3. Bauabschnitt Reimersbude – Plattenhörn von Bau-km 0+133 bis 3+598 vom Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig Holstein, Dezernat Baustoff- und Bodenprüfung, Kiel 08.07.2011
- [U9] Besprechungstermin zur bauzeitigen Verkehrsführung vom 24.10.2019 beim LBV-SH, Niederlassung Itzehoe
- [U10] Übersichtslageplan mit Eintragung der Kategorien für Wirtschaftswege vom planenden Ingenieurbüro OBERMEYER Planen + Beraten GmbH vom November 2020

## 4. Bauabschnitt

- [U11] Eigene Gutachterliche Stellungnahme zu den Baugrundverhältnissen und Gründungsvarianten für die Bundesstraße B5, Dreistreifigen Ausbau 4. Bauabschnitt – Platenhörn - Husum / 1. Bericht – Vorplanung B 76709/1 vom 10.11.2009
- [U12] Eigene Gutachterliche Stellungnahme zu den Baugrundverhältnissen und Gründungsberatung für die Bundesstraße B5, Dreistreifigen Ausbau 4. Bauabschnitt – Platenhörn - Husum / 3 Bericht – Entwurfsplanung B 76711/3 vom 21.12.2011
- [U13] Übersichtslageplan mit Eintragung der Kategorien für Wirtschaftswege vom planenden Ingenieurbüro igbv, Buchholz i.d.N. vom November 2020

## 2. Bauwerk und Definition

Mit dem Ausbau zur Dreistreifigkeit der Bundesstraße B5 müssen alle vorhandenen direkten Zu- und Ausfahrten auf das untergeordnete Netz verlegt werden. Hierzu ist eine Vielzahl an Wirtschaftswegen mit der Gesamtrealisierung neu zu errichten.

Die Topographie des Geländes liegt relativ eben auf einem Höhenniveau von NHN -0,50 m bis NHN + 0,80 m. Die Bundesstraße B5 liegt hierzu in leichter Dammlage ca. 1,50 m über Gelände.



Im Bereich des 4. Bauabschnittes (Platenhörn – Husum) steigt die Dammlagen auf bis zu ca. 5m an.

Die neu zu errichtenden Wirtschaftswege liegen relativ eben zum Gelände. Die Höhenlage des Straßenplanums liegt auf dem Gelände auf oder wird leicht ins Gelände eingeschnitten. Abschnitte in Gradientenlage mit einem Straßenunterbau von  $> 0,80$  m sind zur Ermittlung der Baugrundverformungen individuell zu beurteilen. Die Ausführung des Straßenoberbaus bleibt hiervon unberührt.

In dem nachfolgenden Luftbild ist der ca. 15 km lange Untersuchungsabschnitt zwischen Tönning und Husum dargestellt.

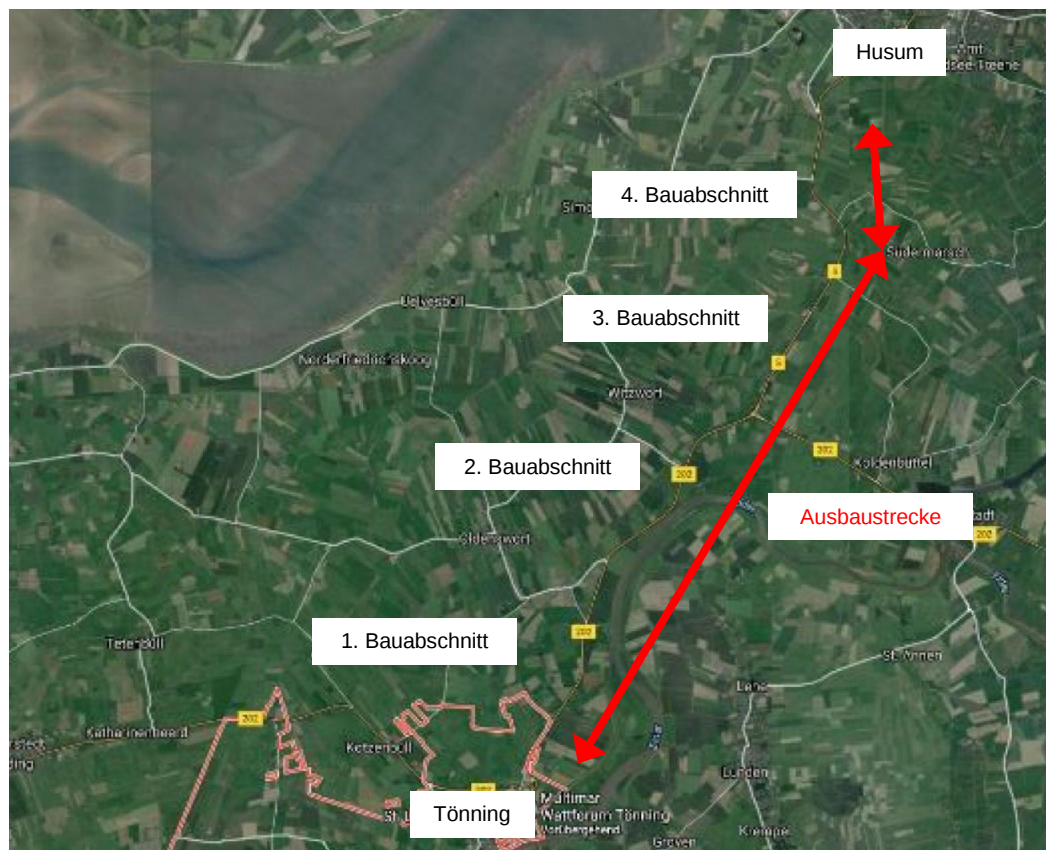


Abb. 1 Luftbild Quelle Google Maps,

Die Nutzungen und somit auch die Belastungsklassen der Wirtschaftswege ist differenziert zu bewerten. Die Unterschiede liegen in der Tragfähigkeit, der Frostbeständigkeit und der Gebrauchstauglichkeit (Verformung) des Straßenquerschnittes.

Der Baugrund ist in der Region von gering tragfähigen Weichschichten geprägt, die je nach Größe der Neubelastung zu ausgeprägten Baugrundverformungen neigen. Bei höheren Neubelastungen ist zudem die Standsicherheit möglicher Dämme erdstatisch zu überprüfen.

Bei den Wirtschaftswegen handelt es sich um Wege mit einer gebundenen Asphaltbauweise.



Um wirtschaftliche Ausbauquerschnitte zu entwickeln, werden die Wirtschaftswege in drei Kategorien unterteilt

- Kategorie A sehr geringe Verkehrsbelastung – Wirtschaftsweg dient ausschließlich der Erschließung von Flur- und Wohngrundstücken
- Kategorie B geringe Verkehrsbelastung - öffentlicher Verkehr zwischen zwei Ansiedlungen
- Kategorie C Wirtschaftsweg wird zur bauzeitigen Verkehrsführung der B 5 genutzt – erhöhte bis hohe Verkehrsbelastung über einen Zeitraum > 2 Monate

### 3. Allgemeine Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

#### 3.1 Baugrundverhältnisse

Detaillierte Angaben zur Geologie und den örtlichen Baugrundverhältnissen können den aufgelisteten Unterlagen für jeden Bauabschnitt entnommen werden. Gleiches gilt auch für die Grundwasserstände und die Wasserstände der Oberflächenentwässerung.

Das Untersuchungsgebiet liegt auf der Halbinsel Eiderstedt. Die Entstehung Eiderstedts wurde vor allem durch den nacheiszeitlichen Meeresspiegelanstieg (Holozän) und unterschiedliche Sedimentationsvorgänge geprägt. Die Entstehung der Landschaft ist eng verbunden mit dem Wattenmeer, dessen Spuren noch heute das Landschaftsbild prägen. So muss durch das geringe Geländehöheniveau eine aufwendige Wasserspiegelhaltung über Gräben und Siele mit Schöpfwerksbetrieben unterhalten werden.

Die Straßen und die angrenzenden Gelände sind auf Auffüllungen unterschiedlicher Schichtmächtigkeit gegründet. Die Baustoffzusammensetzungen entsprechen größtenteils nicht bindigen Böden, Sanden unterschiedlicher Kornzusammensetzung und Qualität.

Der anstehende, natürlich gewachsene Baugrund besteht in weiten Teilen aus maritimen Kleiablagerungen unterschiedlicher Schichtmächtigkeit aufgelagert auf Wattsanden. Lokal sind auch Wechsellagerungen aus Klei- und Wattsandlagen vorhanden. Die Schichtmächtigkeiten variieren und können den einzelnen Gutachten entnommen werden.

Ohne Vorbelastung stehen die Kleiböden weitgehend in weicher Konsistenz an. Lokal konnten auch breiig-weiche oder auch weich-steife Konsistenzen erbohrt werden. Unterhalb der Straßendämme weisen die Kleiböden in den oberen Metern durch Teilkonsolidierung unter Auflast eine durchweg bessere Konsistenz in weich-steifer bis steifer Zustandsform aus.

Die Lagerungsdichten der Wattsande liegen im lockeren bis mitteldichten Bereich.

Im nördlichen Abschnitt (4. Bauabschnitt) wurden geländenah auch organische Bodenschichten aus Torf und Torf-Mudde erkundet, die in Richtung Husum in reine Torfschichten übergehen und deutlich höhere Verformungsverhalten unter Neubelastungen zeigen als der Kleiboden.

Zur Tiefe hin (rund 7 bis 14 m unter Gelände) stehen in flächiger Ausbreitung pleistozäne Fein- bis Grobsande in mitteldichten bis dichten Lagerungsverhältnissen an.



Das Grundwasser ist geländenah anzusetzen, zur Entwässerung des Geländes sind Gräben angelegt worden.

### 3.2 Trag- und Verformungsverhalten der Böden

Die Auffüllungen des Straßenober- und -unterbaues bestehen überwiegend aus Sanden mit schluffig, kiesigen Beimengungen. Dieser Boden ist als Füllmaterial ausreichend tragfähig, verdichtungsfähig und der Frostepfindlichkeitsklasse F1 / F2 zuzuordnen.

Der Klei (organogener Boden nach DIN 18196) ist neben den vorhandenen Straßen unkonsolidiert und mit weicher Konsistenz für eine Neubelastung aus einer Dammschüttung nicht bzw. nur sehr eingeschränkt tragfähig. Unter neuer Belastung setzt sofort eine Konsolidierung mit ausgeprägten Primär- und Sekundärsetzungen ein, die lang anhaltend wirkt.

Unbelastete organische Weichschichten aus Torf und Torf-Mudde (überwiegend 4. Bauabschnitt) weisen eine noch geringere Steifigkeit als die Kleiböden aus. Dies führt zu noch geringeren Tragfähigkeiten und unter Neubelastung zu großen Verformungen.

Das Trag- und Verformungsverhalten der Wattsande hängt maßgeblich von der Kornstruktur des Bodens ab. Enggestufte Feinsande mit einem hohen Schluffanteil müssen mindestens mitteldichte Lagerungsverhältnisse aufweisen, um als mäßig tragfähig eingestuft werden zu können. Wattsande im schwach schluffigen Mittel- und Grobsandbereich sind in mitteldichten Lagerungsverhältnissen gut bis sehr gut tragfähig und neigen nur zu geringen Setzungen, die zudem schnell abklingen.

Die tiefliegenden pleistozänen Sande bilden mit mitteldichten bis dichten Lagerungsverhältnisse den flächigen tragfähigen Baugrund.

## 4. Planungsempfehlungen (DWA-A 904 und RStO)

### 4.1 Allgemein

Für die nachfolgende Ausarbeitung zur Dimensionierung des Straßenoberbaus von Wirtschaftswegen werden die Empfehlungen und Ausführungen des / der:

- 1.1 Arbeitsblatt DWA-A 904-1, Richtlinien für den ländlichen Wegebau (RLW), Teil 1: Richtlinien für die Anlage und Dimensionierung Ländlicher Wege, Ausgabe 2016
- 1.2 Arbeitsblatt DWA-A 904, Richtlinien für den ländlichen Wegebau, Oktober 2005 (Gültigkeit ab Absch. 4.2.4)
- 2 Richtlinie für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen – RStO, Ausgabe 2012 der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV)

herangezogen.



## 4.2 Empfehlung nach DWA-A 904

Bei den Wirtschaftswegen mit sehr geringer Verkehrsbelastung (Kategorie A) ist eine Ausführung nach Belastungsklassen gem. RStO (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen) überzogen und nicht wirtschaftlich darstellbar.

Daher wird für die weitere Ausarbeitung das DWA-A 904, Richtlinien für den ländlichen Wegebau herangezogen.

Der Wirtschaftsweg ist als befestigter Feldweg mit einer einstreifigen Fahrbahnbreite von 3,5 m in Asphaltbauweise bei einer Kronenbreite von 5,50 m zu planen. Die Seitenstreifen sind so breit vorzusehen, dass eine Begegnung, bei verminderter Geschwindigkeit möglich ist. Zur Gewährleistung einer ausreichenden Standsicherheit auf dem wenig tragfähigen Baugrund sollte die empfohlene Maximalbreite von 1,0 m umgesetzt werden. Die Querneigung ist bei gebundener Decke möglichst einseitig mit min. 3% auszubilden, um einen zügigen Wasserabfluss zu gewährleisten und bei setzungsempfindlichen Böden mittel- bis langfristig die eintretenden Baugrundverformungen auszugleichen.

Der Wegekörper muss im Oberbau unbedingt trocken gehalten werden, da ein ein- bzw. zurückstauender Abfluss aus Grund- und Oberflächenwasser die Tragwirkung der mineralischen Schichten deutlich herabsetzt. Entsprechend ist die Straßengradiente so zu legen, dass die Wasserstände der Straßenseitengräben unterhalb der Gründung entwässern können. Die Grabensohle muss mindestens 0,20 m unter Gründungsniveau liegen.

Wirtschaftswege mit großer Verkehrsbedeutung richten sich im Schichtenaufbau nach den Belastungsklassen des klassifizierten Straßenbaus gemäß RStO. Diese müssen frostsicher nach Abschnitt 3.2.2, Tabelle 6 und 7 der vorgenannten Richtlinie ausgebildet werden. Bei geringerer Verkehrsbedeutung wird die Bauweise des DWA-A 904 unter Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen nicht frostsicher ausgebildet.

Der frostsichere Straßenoberbau nach RStO, Abschnitt 3.2.2, Tabelle 6 errechnet sich anhand des stark bindigen Untergrundes (Frostempfindlichkeitsklasse F3-Boden nach ZTV E-StB) auf 0,50 m. Unter Ansatz der Mehr- und Minderdicken infolge örtlicher Verhältnisse ist der frostsichere Straßenoberbau durch die Grundwassersituation mit +5 cm auf eine Gesamtstärke von 0,55 m zu erhöhen.

Bei den vorliegenden Wirtschaftswegen liegt eine geringe Verkehrsbedeutung vor, so dass die Tragfähigkeitswerte nach dem DWA-A 904 auf dem Planum generell bei  $E_{v2} \geq 30$  MPa und auf der Tragschicht bei  $E_{v2} \geq 80$  MPa liegt. Unter Einhaltung dieser Anforderungen können unterschiedliche Bauweisen zur Herstellung des Straßenoberbaus konstruiert werden.

## 4.3 Empfehlung nach RStO

Für die Verbindungs- und Wirtschaftswege der gewählten Kategorien B + C liegen keine verbindlichen Verkehrsbelastungszahlen vor. Dies ist bei der vorliegenden Fragestellung zur Gebrauchstauglichkeit auch nur untergeordnet von Bedeutung. Vielmehr ist in den beiden Kategorien die bauzeitige Nutzung als Umleitungsstrecke über einen zusammenhängenden Zeitraum von > 2 Monaten von hoher Bedeutung. Nur mit einer standfesten und verformungsarmen Grün-



ung und Ausführung des Weges unter dauerhafter Schwerverkehrseinwirkung kann eine wartungsarme und dauerhaft funktionsfähige Umleitungsstrecke gewährleistet werden. Dies ist bei den vorliegenden Baugrundverhältnissen nur möglich, wenn der Baugrund für die Neubelastung ertüchtigt wird.

Für die Kategorie B wird eine Belastungsklasse Bk 0,3 und Bk 1,0 zu Grunde gelegt, die keine Baugrundertüchtigung in Form einer Konsolidierung erhält. Für diese Kategorien ist mit Verformungen während der Nutzungsdauer zu rechnen.

Für die Kategorie C dominieren die Maßnahmen zur Gewährleistung der bauzeitigen Gebrauchstauglichkeit (Verformungsbegrenzung) während des Umleitungsverkehrs. Nach Umverlegung des öffentlichen Verkehrs auf die neue B5 ist der Baugrund soweit teilkonsolidiert, dass sämtliche Regelbauweisen der Tafel 1 der Bauklassen Bk 1,0 bis 3,2 die Mindestanforderungen an eine verformungsarme Gründung gemäß RStO erfüllen können.

Bereits mit der Baugrundertüchtigung und dem bauzeitigen Ausbau zur Umleitungsstrecke sollte weitgehend der endgültige Straßenoberbau in seiner Schichtenfolge hergestellt werden, um ggf. nur noch geringe oberflächennahe Korrekturen für den Endausbau vornehmen zu müssen.

Für beide Kategorien werden ein frostsicherer Straßenoberbau und eine Tragfähigkeit im Planum von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$  zu Grunde gelegt.

Gemäß Tabelle 6 „Ausgangswerte für die Bestimmung der Mindestdicke der frostsicheren Oberbaus“ liegt der frostsichere Aufbau bei dem Kleiboden (F3-Boden) in der Belastungsklasse Bk 1,0 bis 3,2 bei 0,60 m. Unter Einbeziehung weiterer Mehr- und Minderdicken gemäß Tabelle 7 ist aufgrund der ungünstigen Grundwasserverhältnisse und der Lage der Gradienten zum Gelände ein Zuschlag von weiteren +10 cm vorzusehen. Der frostsichere Straßenoberbau liegt somit auf mindestens 0,70 m für die Verbindungs- und Wirtschaftswege der Kategorie B und C.

## 5. Ausbauempfehlung

### 5.1 Wirtschaftsweg Kategorie A

Die Höhenlage des Straßenplanums liegt in weiten Teilen der Straßengründung auf bindig geprägten Böden geringer Konsistenz. Diese Böden liefern als Gründung für den Straßenoberbau nur sehr geringe Tragfähigkeitswerte. Bei Ackerflächen liefert der bisher unbelastete kleigeprägte weiche Boden keine Tragfähigkeitswerte, bei Grünflächen sollte die Vegetationsdecke möglichst erhalten bleiben, um die natürliche Tragfähigkeit durch Verwurzelung für die Baudurchführung zu nutzen.

Die Gradienten sollte mindestens 0,30 m über Geländeoberkante liegen.

#### 5.1.1 Planum

Für den Straßenunterbau ist als Anhaltswert von einem Verformungsmodul  $E_{v2}$ -Wert zwischen 0 bis max. 10 MPa auszugehen. Entsprechend ist die Tragfähigkeit nach dem DWA-A 904 auf  $E_{v2} \geq 30 \text{ MPa}$  durch geeignete Maßnahmen zu erhöhen.



Die Richtlinie zeigt Möglichkeiten der Tragfähigkeitsverbesserung im Straßenunterbau auf, die in der ZTV E-StB verankert sind. Bei der Wahl der richtigen Maßnahmen ist darauf zu achten, dass der zu dimensionierende Straßenoberbau die örtlichen Verhältnisse hinsichtlich des Eigengewichtes der Neubelastung und des stark verformungswilligen Baugrundes berücksichtigt.

- **Geogitter mit Trennvlieslage unter einer 0,25 m mächtigen Schicht aus Sand-Kies-Gemisch**

Bei einem fehlenden Verformungsmodul auf dem Untergrund ist ein zugfestes Geogitter zu verwenden, um Zugkräfte aus der Belastung und der Baugrundverformung aufzunehmen und um die Schichtmächtigkeit des tragfähigen Sand-Kies-Gemisches zu reduzieren. Mit einem kornabgestuften Sand-Kies-Gemisch von 0,25 m Schichtdicke kann bei einem entsprechend zugfesten Gitter ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 30 \text{ MN/m}^2$  erreicht werden. Zur Gewährleistung einer filterstabilen Gründung ist zwischen dem bindigen Boden (Untergrund) und dem Sand-Kies-Gemisch ein Trennvlies zu verlegen.

- **Bodenverbesserung mit Bindemittel des anstehenden bindigen Bodens**

Der anstehende bindige Boden wird profilgerecht vorbereitet und anschließend über eine Bindemittelzugabe im Baumischverfahren in seiner Konsistenz und somit auch Tragfähigkeit ertüchtigt. Als Bindemittel werden Kalke, Zemente oder Mischbinder eingesetzt. Aufgrund der organischen Bestandteile des Kleibodens (bei Grünflächen ist die Vegetationsdecke zu entfernen) ist die Rezeptur der Bodenverbesserung in vorgezogenen Eignungsprüfungen festzulegen. Aus Erfahrungswerten führen Mischbinder aus Kalk / Zement zu sehr guten Ergebnissen. Die Baugrundverhältnisse im weichen Konsistenzbereich erfordern jedoch eine entsprechende bautechnische Erfahrung im Umgang mit solchen Verfahren.

Zur Erlangung einer ausreichenden Tragfähigkeit vom  $E_{v2} \geq 30 \text{ MPa}$  ist eine Mindestschichtdicke von 0,25 m bei einer Bindemittelzugabe von ca. 4 – 7 M.-% notwendig.

### **5.1.2 Mineralische Tragschichten**

Beim ländlichen Wegebau wird auf eine Frostschutzschicht verzichtet. Die Tragschicht wird direkt auf das ausreichend standfeste Planum aufgelegt und muss ein Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 80 \text{ MPa}$  erreichen.

Das DWA-A 904, Ausgabe 2005 weist in Bild 8.3 „Standardbauweisen für den ländlichen Wegebau“ gemäß Spalte 4 / Zeile 3 (mittlere Beanspruchung / Asphaltdecke) eine Schottertragschicht von 0,30 m aus.

Alternativ kann die Schottertragschicht durch eine weitere Geogitterlage zwischen Planumsverbesserung und Tragschicht noch um ca. 0,10 m auf 0,20 m reduziert werden. Entsprechende Bemessungshilfen stehen durch die Kunststoffhersteller zur Verfügung.

### **5.1.3 Gebundene Fahrbahndecke**

Die Mindestschichtstärke der gebundenen Asphaltdecke liegt gemäß DWA-A 904 für mittlere Beanspruchung bei 0,07 m und bei hoher Beanspruchung bei 0,08 m.



#### 5.1.4 Entwässerung / Frostsicherheit / Baugrundverformung

Der Straßenoberbau ist von Stauwasserzuflüssen und dem Rückstau aus den Entwässerungsgräben wasserfrei zu halten. Das Grabenprofil ist mindestens 0,20 m unter Gründungssohle anzuordnen.

Bei dem **geogitterstabilisierten Aufbau** wird die Planumsverbesserung weitgehend auf die Geländeoberkante gelegt, so dass die Vorflut über Gräben tiefer liegt und somit eine weitgehende Wasserfreiheit im Oberbau gewährleistet ist.

Mit den Ausbaumöglichkeiten 0,30 m Schottertragschicht oder 0,20 m Schottertragschicht auf Geogitter kann ein frostsicherer Straßenoberbau annähernd von mindestens 0,55 m Gesamtschichtstärke gewährleistet werden.

Durch den Straßenaufbau von 0,62 m bzw. 0,52 m auf dem wenig tragfähigen Untergrund wird es durch Konsolidation unter Neubelastung zu langjährigen Primär- und Sekundärverformungen kommen, die sich relativ einheitlich einstellen sollten. Im Bereich der Anschulterung zu übergeordneten Straßen (erhöhte Dammlage) und bei Gewässerquerung werden die Baugrundsetzungen ohne Zusatzmaßnahmen etwas höher ausfallen.

Bei dieser Ausführungsart ohne vorherige Baugrundertüchtigung ist mit Baugrundverformungen von 6 bis 10 cm zu rechnen.

Bei der Variante **Bodenverbesserung durch Bindemittel** wird der bestehende Baugrund zur Bodenverbesserung genutzt. Dies führt dazu, dass im Untergrund gegründet wird. Dies hat Auswirkungen auf die Höhenlage der Fahrbahn. Des Weiteren muss bei Grünflächen mindestens die Vegetationsdecke entfernt werden, um keinen erhöhten organischen Bestandteil im Bodengemisch für die Bodenverbesserung zu erhalten. Durch die tiefliegende Planumsverbesserung zum Gelände kann es zu Schwierigkeiten bei der Vorflut kommen. Ein wasserfreier Oberbau einschließlich Planumsentwässerung ist ggf. nicht gegeben.

Mit der Schottertragschicht von 0,30 m Schichtdicke kann kein frostsicherer Straßenoberbau dargestellt werden. Ein möglicher Ansatz, aus der Bodenverbesserung eine frostsichere Bodenverfestigung durch erhöhte Bindemittelzugabe zu erstellen, kann aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten ausgeschlossen werden.

Durch den reduzierten Straßenaufbau von 0,37 m (Schottertragschicht und Asphalt) auf dem wenig tragfähigen Untergrund wird es durch Konsolidation unter Neubelastung zu langjährigen Primär- und Sekundärverformungen kommen, die sich relativ einheitlich einstellen sollten. Im Bereich von Anschulterungen zum untergeordneten Straßennetz (erhöhte Dammlage) oder an Gewässerquerungen werden die Setzungen etwas höher ausfallen.

Bei dieser Ausführung ist mit Baugrundverformungen von 4 bis 7 cm zu rechnen.



### 5.1.5 Ausbauvarianten

Die dargestellten Ausbauvarianten werden zusammenfassend dargestellt:

Tab. 1 Ausbauvarianten Straßenoberbau / Planumsverbesserung Wirtschaftswege nach DWA-A 904

| Kriterien                              | Kategorie A                                                      |                                                                  |                                                                  |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|                                        | Variante 1.1                                                     | Variante 1.2                                                     | Variante 2                                                       |
| Gesamtaufbau                           | $E_{a2} > 80 \text{ MN/m}^2$<br><br>$E_{a2} > 30 \text{ MN/m}^2$ | $E_{a2} > 80 \text{ MN/m}^2$<br><br>$E_{a2} > 30 \text{ MN/m}^2$ | $E_{a2} > 80 \text{ MN/m}^2$<br><br>$E_{a2} > 30 \text{ MN/m}^2$ |
| Planumsverbesserung                    | Geogitter u. Trennvlies unter 25 cm Sand-Kies-Gemisch            | Geogitter u. Trennvlies unter 25 cm Sand-Kies-Gemisch            | 20 cm Bodenverbesserung mit Bindemittel                          |
| Schichtstärke Schottertragschicht      | 30 cm                                                            | 20 cm mit Geogitterlage                                          | 30 cm                                                            |
| Asphaltaufbau mittlere Beanspruchung   | 7 cm                                                             | 7 cm                                                             | 7 cm                                                             |
| frostsicherer Straßenoberbau nach RStO | frostsicher                                                      | annähernd frostsicher                                            | nicht frostsicher                                                |
| Baugrundverformungen                   | ca. 6 bis 10 cm                                                  | ca. 5 bis 9 cm                                                   | ca. 4 bis 7 cm                                                   |
| Entwässerung                           | gut                                                              | gut                                                              | eingeschränkt                                                    |

Unter den dargestellten Vergleichskriterien der einzelnen Varianten empfehlen wir den Ausbau der Variante 1.1 oder 1.2 für Wirtschaftswege mit mittlerer Beanspruchung

Der Ausbau stellt eine wirtschaftliche Ausführungsart unter Einhaltung definierter Qualitätsanforderungen für Bauweisen des ländlichen Wegebaus dar. Trotzdem kann zusätzlich ein frostsicherer Straßenoberbau umgesetzt werden.

Der Aufbau ist unter Inanspruchnahme von Geokunststoffen deutlich reduziert worden. Mit der Baudurchführung wird empfohlen, den Aufbau frühzeitig zu prüfen und ggf. weitere Ausbauvarianten mit unterschiedlichen Baustoffen, Schichtstärken und Gitterbewehrungen in Versuchsfeldern zu untersuchen, um für die Gesamtmaßnahme der B5, Dreistreifigkeit Tönning - Husum eine wirtschaftliche Bauweise unter den schwierigen Baugrundverhältnissen zu ermitteln.

### 5.2 Verbindungs- und Wirtschaftsweg Kategorie B

Die Gründung und der Ausbau der Verbindungs- und Wirtschaftsweg der Kategorie B erfolgt ohne vorlaufende Baugrundverbesserung. Somit tritt die zu erwartende langfristige Konsolidation des Baugrundes hauptsächlich erst nach dem Ausbau der Straße ein. Dies ist aufgrund der festgelegten Kategorie in Kauf zu nehmen.

Zur Reduzierung von Baugrundverformungen durch Neubelastung ist der geplante Straßenoberbau in seinem Gesamtaufbau möglichst „schlank“ auszuführen. Dies kann durch den Einsatz von Baustoffen höherer Güte im Trag- und Verformungsverhalten, durch den Einbau von Geokunst-



stoffe oder der Anpassung von Tragfähigkeitsanforderungen unter Berücksichtigung eines erhöhten Asphaltaufbaus erreicht werden. Trotz der Möglichkeit vieler Kombinationsvarianten ist die Gleichwertigkeit der Regelbauweisen in Asphalt je Belastungsklasse nach RStO zu gewährleisten.

Um eine „schlanke“ gewichtsreduzierte Regelbauweise zu realisieren, sollte auf eine Planumsverbesserung nach den Vorgaben der ZTV E-StB (Anforderung  $E_{v2} \geq 45$  MPa) verzichtet werden. Die ausreichende Tragfähigkeit auf der mineralischen Tragschicht ist über den Straßenoberbau zu erlangen. Die Mindestaufbaustärke des Straßenoberbaus wird über den frostsicheren Straßenoberbau von  $\geq 0,70$  m vorgegeben. Die Gradienten sollte mindestens  $0,50$  m über Geländeoberkante liegen.

Als Bemessungsgrundlage für den Regelaufbau eines Wirtschaftsweges der Kategorie B wird die Tafel 1, Zeile 1, Bk 1,0 - Asphalttragschicht auf Frostschutzschicht - herangezogen.

Für die Belastungsklasse Bk 1,0 gilt ein  $18$  cm starker Asphaltaufbau sowie die Anforderung an den Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 120$  MPa auf der mineralischen Tragschicht.

Für die Belastungsklasse Bk 0,3 ist ein  $14$  cm starker Asphaltaufbau einzuplanen, der auch als Asphalttragdeckschicht ausführbar ist. Die Anforderungen an den Verformungsmodul der mineralischen Tragschicht liegen bei  $E_{v2} \geq 100$  MPa.

Der weitere Schichtenaufbau des Straßenoberbaus ist modifiziert auszuführen.

### 5.2.1 Planum

Für den Straßenunterbau ist als Anhaltswert von einem Verformungsmodul  $E_{v2}$ -Wert zwischen  $0$  bis max.  $10$  MPa auszugehen. Entsprechend ist die Tragfähigkeit nach RStO auf  $E_{v2} \geq 45$  MPa durch geeignete Maßnahmen zu erhöhen.

Da eine tiefergehende Verbesserung zur Reduzierung der langfristigen Baugrundverformungen nicht zielführend ist, wird die Tragfähigkeit der unteren Lage der Frostschutzschicht durch eine verbesserte Baustoffgüte und ein Geotextil für beide Belastungsklassen erhöht.

- **Geogitter mit Trennvlieslage unter einer  $0,37$  m mächtigen Schicht aus Sand-Kies-Gemisch**

Bei einem fehlenden Verformungsmodul auf dem Untergrund ist ein zugfestes Geogitter zu verwenden, um Zugkräfte aus der Belastung und der Baugrundverformung aufzunehmen und möglichst gleichmäßig zu verteilen. Mit einem kornabgestuften Sand-Kies-Gemisch von ca.  $0,37$  m Schichtdicke kann bei einem entsprechend zugfesten Geogitter im Straßenoberbau eine Tragfähigkeit erreicht werden, die einen qualifizierten Aufbau der oberen Lage gewährleistet. Die Überprüfung des Verformungsmoduls mit statischen Lastplattendruckversuchen ist nicht zielführend, vielmehr ist die untere Lage Frostschutzschicht mit einem Verdichtungsgrad von  $> 98$  % herzustellen und zu überprüfen.

Zur Gewährleistung einer filterstabilen Gründung ist zwischen dem bindigen Boden (Untergrund) und dem Sand-Kies-Gemisch ein Trennvlies zu verlegen.



### 5.2.2 Mineralische Tragschichten

Die obere Lage Frostschutzschicht muss aus einem hoch standfesten und kornstabilen Baustoffgemisch hergestellt werden, um die Anforderungen an den Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 100$  bis 120 MPa zu erreichen. Die definierten Frostschutzschichten nach dem Anforderungsprofil der TL SoB-StB reichen in ihrer Güte hierzu nicht aus.

Es ist eine zweite Geogitterlage zwischen der unteren und oberen Frostschutzschicht einzulegen. Des Weiteren ist je nach Belastungsklasse in der oberen Lage Frostschutzschicht eine Schottertragschicht gemäß TL SoB-StB in einer Schichtdicke von 0,25 m (Belastungsklasse Bk 0,3) bis 0,30 m (Belastungsklasse Bk 1,0) zu verwenden.

### 5.2.3 Gebundene Fahrbahndecke

Für die Belastungsklasse Bk 1,0 ist eine Mindestschichtstärke der gebundenen Asphaltdecke gemäß RStO 12, Tafel 1, Zeile 1, von 0,18 m bei einer Tragfähigkeit von  $E_{v2} \geq 120$  MPa auf der mineralischen Tragschicht einzubauen.

Bei der Belastungsklasse Bk 0,3 ist die Mindestschichtstärke des Asphalts auf 0,14 m zu reduzieren. Alternativ zum Asphaltaufbau aus Asphalttragschicht und –decke kann auch eine Asphalttragdeckschicht nach den Vorgaben der ZTV Asphalt-StB eingesetzt werden. Die Tragfähigkeit der mineralischen Tragschicht liegt bei  $E_{v2} \geq 100$  MPa.

### 5.2.4 Entwässerung / Frostsicherheit / Baugrundverformung

Der Straßenoberbau ist von Stauwasserzuflüssen und dem Rückstau aus den Entwässerungsgräben wasserfrei zu halten. Das Grabenprofil ist mindestens 0,20 m unter Gründungssohle anzuordnen.

Bei dem geogitterstabilisierten Aufbau wird die Tragfähigkeitsverbesserung des Planums in die untere Lage der Frostschutzschicht verlegt. Der Aufbau von über 0,70 m ist frostsicher und nennenswerte Eingriffe in den Baugrund sind nicht erforderlich. Die Vorflut über Gräben gewährleistet bei einer Gradientenlage von ca. 0,50 m über Gelände eine weitgehende Wasserfreiheit im Oberbau.

Durch den Straßenaufbau von 0,76 m und 0,85 m auf dem wenig tragfähigen Untergrund wird es durch Konsolidation unter Neubelastung zu langjährigen Primär- und Sekundärverformungen kommen, die sich relativ einheitlich einstellen sollten. Im Bereich der Anschulterung zu übergeordneten Straßen (erhöhte Dammlage) und bei Gewässerquerungen werden die Baugrundsetzungen ohne Zusatzmaßnahmen etwas höher ausfallen.

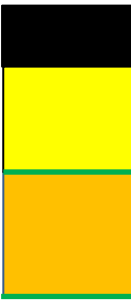
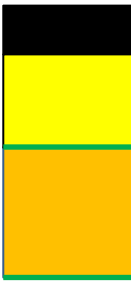
Bei dieser Ausführungsart ohne vorherige Baugrundertüchtigung ist mit Baugrundverformungen von 6 bis 12 cm zu rechnen.



## 5.2.5 Ausbauvariante

Die dargestellte Ausbauvariante wird zusammenfassend dargestellt:

Tab. 2 Ausbauvarianten Straßenoberbau / Planumsverbesserung von Verbindungswegen / Wirtschafts-  
wegen nach RStO.

| Kriterien                           | Kategorie B                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Belastungsklasse                    | BK 1,0                                                                                                                                                             | BK 0,3                                                                                                                                                               |
| Gesamtaufbau                        | $E_{v2} \geq 120 \text{ MPa}$<br>$D_{Pr} \geq 103 \%$<br>$D_{Pr} \geq 98-100 \%$  | $E_{v2} \geq 100 \text{ MPa}$<br>$D_{Pr} \geq 100 \%$<br>$D_{Pr} \geq 98-100 \%$  |
| Planumsverbesserung                 | Geogitter u. Trennvlies unter 37 cm Sand-Kies-Gemisch                                                                                                              | Geogitter u. Trennvlies unter 37 cm Sand-Kies-Gemisch                                                                                                                |
| Schichtstärke Schottertragschicht   | 30 cm mit Geogitterlage                                                                                                                                            | 25 cm mit Geogitterlage                                                                                                                                              |
| Asphaltaufbau                       | 18 cm                                                                                                                                                              | 14 cm                                                                                                                                                                |
| frostsicherer Straßenoberbau (RStO) | frostsicher                                                                                                                                                        | frostsicher                                                                                                                                                          |
| Baugrundverformungen                | ca. 7 bis 12 cm                                                                                                                                                    | ca. 6 bis 11 cm                                                                                                                                                      |
| Entwässerung                        | gut                                                                                                                                                                | gut                                                                                                                                                                  |

Der Aufbau ist unter Inanspruchnahme von Geokunststoffen deutlich reduziert worden, die Tragfähigkeit des Straßenoberbaus aber durch die Wahl der Baustoffgemische gesichert. Verformungen des Baugrundes sind ohne zusätzlichen Konsolidationsmaßnahmen in Kauf zu nehmen.

Mit der Baudurchführung wird empfohlen, den Aufbau frühzeitig zu prüfen und ggf. weitere Ausbauvarianten mit unterschiedlichen Baustoffen, Schichtstärken und Gitterbewehrungen in Versuchsfeldern zu untersuchen, um für die Gesamtmaßnahme der B5, Dreistreifigkeit Tönning - Husum eine wirtschaftliche Bauweise unter den schwierigen Baugrundverhältnissen zu ermitteln.

## 5.3 Verbindungs- und Wirtschaftsweg Kategorie C

Die Wege der Kategorie C entsprechen vom Grundsatz denen der Kategorie B. Auch bei höheren Belastungsklassen Bk 1,0 bis Bk 3,2 bleibt der mineralische Straßenoberbau unverändert, nur die Schichtstärke des Asphaltoberbaus ist der jeweiligen Belastungsklasse anzupassen.

Mit der bauzeitigen Nutzung als Umleitungsstrecke für den öffentlichen Verkehr der Bundesstraße B5 müssen an die Gründung des Wirtschaftsweges erhöhte Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit gestellt werden, um keine bauzeitigen Wartungs- bzw. Instandsetzungsarbeiten ausführen zu müssen. Zudem liegen diese Wirtschaftswege weitge-



hend parallel angrenzend zur Dammlage der Bundesstraße B 5 im vorhandenen Entwässerungsprofil, was durch die Überschüttung zu zusätzlichen Neubelastungen und weiteren Verformungen des Baugrundes führt.

Zur Umsetzung einer standsicheren und verformungsarmen Gründung muss der Baugrund vor dem Ausbau des Straßenoberbaus ertüchtigt werden. Mit der Ertüchtigung können die Zusatzmaßnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit und der Steifigkeit über die Materialgüte und dem Einbau von Geokunststoffen im Straßenoberbau gemäß Kategorie A + B entfallen.

Der bauzeitig genutzte Wirtschaftsweg als Umleitungsverkehr der B5 ist analog zur Dammverbreiterung des Dreistreifigen Ausbaus der Bundesstraße B5 mittels Bodenaufkast und Überschüttung zu konsolidieren. Mit dieser vorgezogenen Maßnahme wird der Baugrund über seine spätere Belastung hinaus belastet.

Die Bodenaufkast ruft Baugrundverformungen hervor, die den Baugrund hinsichtlich seiner Tragfähigkeit und Steifigkeit dauerhaft verbessern. Erst nach einer ausreichenden Teilkonsolidation des Baugrundes wird die Bodenüberschüttung zurückgebaut und es erfolgt der Ausbau der Straße auf dem überkonsolidierten Baugrund. Nennenswerte Baugrundverformungen sind unter den ständigen Straßenausbaulasten sodann nicht mehr zu erwarten.

Der zeitliche Ablauf der Konsolidierung richtet sich nach den Schichtdicken der setzungswirksamen Schicht, den Zustandsformen des organogenen Bodens, den Entwässerungsmöglichkeiten des Bodens und deren Wasserdurchlässigkeit. Die Kleiböden weist überwiegend eine sehr weiche bis weiche Konsistenz mit einer sehr geringen Wasserdurchlässigkeit aus. Entsprechend langsam neigt der Boden zu entwässern und entsprechend lange hält der Konsolidationsverlauf zur Abgabe des Porenwassers an.

Zur Beschleunigung der Entwässerung des Bodens sind Entwässerungshilfen in Form von Vertikaldrainagen in den Baugrund bis in die tiefer liegenden Sande abzuteufen. Je nach Drainageraster kann der zeitliche Konsolidationsverlauf beeinflusst und nach den baubetrieblichen Vorgaben gesteuert werden.

Der Konsolidationsverlauf ist in Abhängigkeit von den Schüttphasen über Setzungspegel zu dokumentieren. Der Zeitpunkt des Rückbaus wird über den Primärsetzungsverlauf der Überschüttung definiert. Die Auswertung und Freigabe zum Rückbau hat über einen Geotechnischen Sachverständigen zu erfolgen. (Beobachtungsmethode nach DIN EN 1997-1).

Der notwendige Umfang der Baugrundkonsolidierung, die geometrischen Abmessungen sowie die Standsicherheit in den einzelnen Bauphasen bis zum Endausbau sind in einem Geotechnischen Entwurfsbericht nach DIN EN 1997-1 für die einzelnen Abschnitte der betroffenen Wirtschaftswege zu ermitteln. Eine allgemeine Zuordnung der einzelnen Herstellungsparameter ist aufgrund der Vielzahl an unterschiedlichen Zwangspunkten und Geometrien nicht möglich.

Ein konstruktives Beispiel einer Überschüttung vor dem Ausbau des Wirtschaftsweges ist der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen.

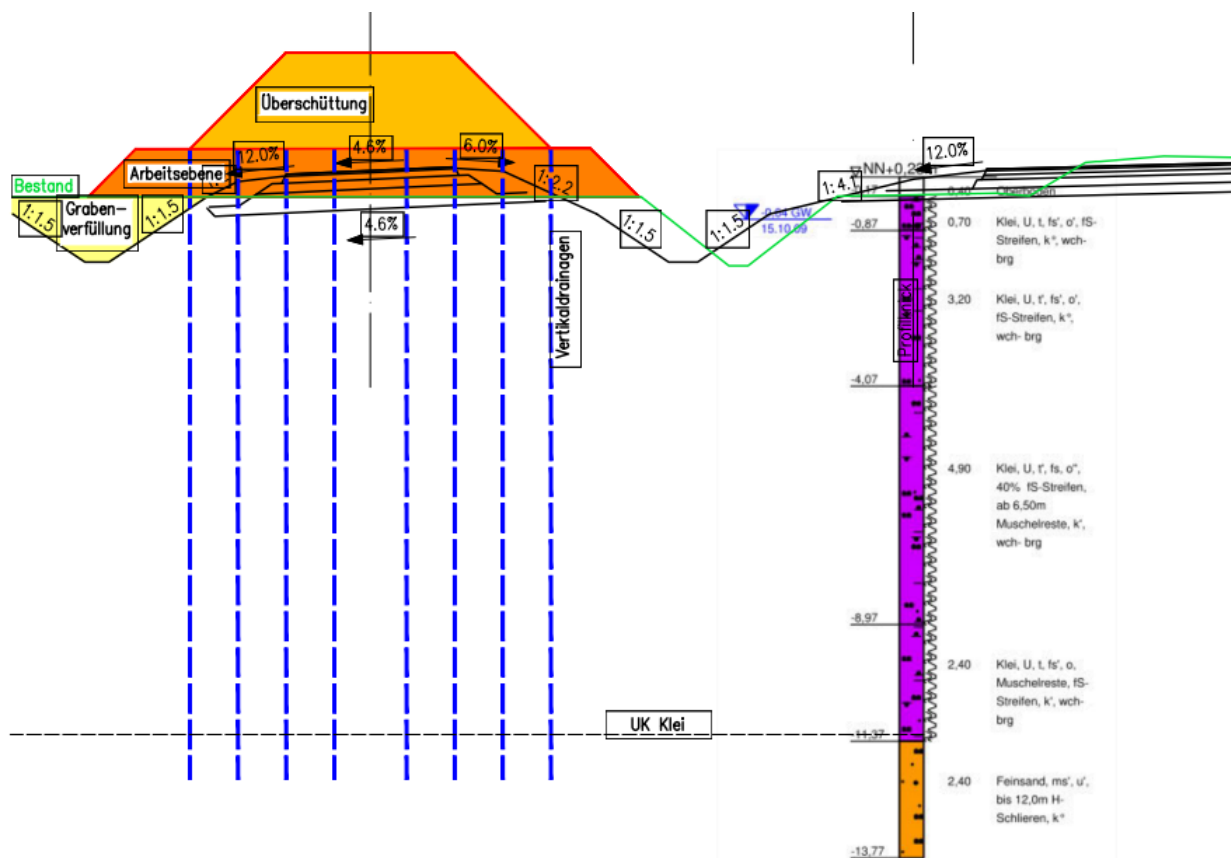


Abb. 2 Möglicher Querschnitt einer Baugrundkonsolidierung zur Ertüchtigung der Tragfähigkeit

Erste grobe Angaben zu den Konsolidationszeiten können aus den Geotechnischen Berichten der einzelnen Bauabschnitte zur Vorbemessung der Dammverbreiterung entnommen werden:

Tab. 3 Vorbemessung Dammanschulterung – Konsolidationszeiten

| Bauabschnitt           | 1       | 2        | 3        | 4        |
|------------------------|---------|----------|----------|----------|
| Höhe der Überschüttung | 1,0 m   | 2,0 m    | 2,0 m    | 2,0 m    |
| Drainabstand           | ---     | ---      | 0,75 m   | ---      |
| min. Liegezeit         | ---     | ---      | 41 Tage  | ---      |
| Drainabstand           | ---     | 1,0 m    | 1,0 m    | 1,0 m    |
| min. Liegezeit         | ---     | 40 Tage  | 120 Tage | 100 Tage |
| Drainabstand           | ---     | 1,25     | 1,25 m   | 1,25 m   |
| min Liegezeit          | ---     | 75 Tage  | 200 Tage | 170 Tage |
| Drainabstand           | 1,50 m  | 1,50 m   | 1,50 m   | 1,50 m   |
| min Liegezeit          | 60 Tage | 115 Tage | 350 Tage | 270 Tage |

Für den 3. Bauabschnitt wird z.Zt. ein Geotechnischer Entwurfsbericht zur Konsolidierung und Ertüchtigung des Baugrundes für den westlich der B5 gelegenen Wirtschaftsweg erstellt.



Aus den Tabellenwerten (Tab. 3) wird deutlich, dass es große Ergebnisschwankungen im zeitlichen Ablauf gibt, die auf die bodenmechanischen Kenngrößen und die Baugrundgeometrie zurückzuführen sind. Eine übergeordnete Empfehlung zur zeitlichen Baugrundkonsolidierung und zur Gewährleistung der Standsicherheit kann pauschal nicht gegeben werden.

Der Straßenunter- und -oberbau ist unter Berücksichtigung der prognostizierten Baugrundverformungen so zu konstruieren, dass im Endausbau mindestens ein Sandpaket aus grobkörnigem Boden von 1,30 m zwischen OK Kleihorizont und UK Asphalt verbleibt. Die obere Schicht ist zur Einhaltung des Anforderungsprofils (Verformungsmoduls  $E_{v2} \geq 120$  MPa und Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \geq 103\%$ ) aus einer oberen Lage Frostschutzschicht gemäß HVA B-StB (SH), Baubeschreibung Abschnitt 5 herzustellen.

Mit dieser Gründungsmaßnahme zur Ertüchtigung des Baugrundes kann uneingeschränkt die Tafel 1, Zeile 1 der RStO 12 realisiert werden. Je nach gewählter Belastungsklasse ist der Asphaltaufbau auszuführen.

#### **5.4 Bauwerksumfahrungen / Anschlussstellen / vorkonsolidierte Dammlagen**

An den Querungsbauwerken müssen neben der Bundesstraße B5 auch die parallel verlaufenden Wirtschaftswege gequert werden. Zur baulichen Umsetzung der Querungsbauwerke sind lokale Behelfsfahrbahnen / Umfahrungen beidseitig der Bundesstraße B5 herzustellen, die ebenfalls den bauzeitigen Verkehr der B5 aufnehmen müssen. Zur Gewährleistung einer ausreichenden Gebrauchstauglichkeit und Standsicherheit sind auch für diese Baubehelfe der Baugrund analog der Kategorie C zu ertüchtigen.

Die Dammgründungen von Wirtschaftswegen, die über Brückenbauwerke die Bundesstraße B5 queren (z.B. Dingsbülldeich bei km 2+600 im 3. Bauabschnitt) sind hinsichtlich ihrer Verformung und Standsicherheit gesondert zu untersuchen. Der Straßenoberbau kann entsprechend der Belastungsklasse nach Tafel 1, Zeile 1 der RStO 12 ausgeführt werden.

Mit der geplanten Neuordnung der Anschlussstellen verlaufen in Teilabschnitten die Wirtschaftswege der Kategorie A + B direkt am Böschungsfuß der neuen Dammgründungen der Rampen. Je nach Ausführungsart sind das Gründungssystem der Rampen auf die Gründungen der Wirtschaftswege abzustimmen. Mögliche Mitnahmesetzungen aus unterschiedlichen Gründungskonzepten sind baubetrieblich zu beurteilen.

Im 4. Bauabschnitt wird die heutige Bundesstraße B5 durch eine Neutrassierung in Dammlage ersetzt. Die vorhandene Dammlage wird für das untergeordnete Straßennetz genutzt. Hier sind ausreichende Dammstandsicherheiten im Bestand vorhanden, nennenswerte Untergrundverformungen sind über die Liegezeiten und Betriebsjahre bereits abgeklungen. Die Wirtschaftswege des Straßenoberbaus können ohne Zusatzmaßnahmen nach den Vorgaben des DWA-A 904 bzw. der RStO 12 gegründet und ausgebaut werden bzw. im vorhandenen Zustand erhalten bleiben.



## 6. Hinweise zur Bauausführung

### 6.1 Bauablauf

Mit der Herstellung des neuen Straßenoberbaus auf unkonsolidierten Flächen (Kategorie A + B) werden sich in dem verformungswilligen Baugrund Setzungen einstellen, die über längere Zeiträume eintreten. Daher sollte der Asphalteinbau so spät als möglich nach dem Einbau der mineralischen Tragschicht erfolgen. So können Sofort- und anteilige Primärsetzungen noch vor dem Asphaltausbau profilgerecht ausgeglichen werden.

Die Schottertragschicht kann ungebunden befahren werden. Es wird empfohlen, bei einer deutlichen zeitlichen Verschiebung zwischen Tragschicht- und Asphalteinbau, die Schottertragschicht um mindestens 5 cm zu überhöhen, um so erste Setzungsdifferenzen auszugleichen bzw. eine Feinprofilierung der genutzten Oberfläche vornehmen zu können.

### 6.2 Gewässerquerungen

Mit dem Ausbau der Wirtschaftswege werden vermehrt vorhandene Gewässer gequert. Im Bereich der Gewässerquerungen der Kategorie A + B wird der Grabenquerschnitt mit Boden verfüllt, was zu einer zusätzlichen lokalen Baugrundbelastung führt. In diesem Bereich werden sich voraussichtlich höhere Verformungen gegenüber der Wegestrecke einstellen, die sich bedingt durch die unterschiedlichen Konsolidationsverläufe zu einem späteren Zeitpunkt in der Fahrbahn markieren werden.

Zur Minimierung der Neubelastung sind leichte Rohrmaterialien aus Kunststoffen zu verwenden. Je nach Geometrie und Größe der Querung können zur Gewichtsreduzierung auch Leichtbaustoffe gemäß ZTV E-StB bzw. dem Merkblatt über Straßen auf wenig tragfähigem Untergrund eingesetzt werden. Alternativ sind die Baugrundverhältnisse vor dem Endausbau lokal zu ertüchtigen.

### 6.3 Einbau und Verdichtung

Der anstehende Baugrund ist oberflächlich extrem wasser- und frostempfindlich. Während und nach intensiven Witterungsperioden ist ein direktes Befahren des Baufeldes weitgehend ausgeschlossen, ohne deutliche Schäden zu hinterlassen. In trockenen Perioden und abgetrockneter Oberfläche ist durchaus eine Befahrung der Flächen möglich.

Die Herstellung des Weges kann nur Zug um Zug vor Kopf erfolgen. Das Urgelände ist nur sehr begrenzt mit Kettenfahrzeugen geringer Bodenpressung befahrbar. Gummibereifte Fahrzeuge erzeugen je nach Wetterlage und Jahreszeit erhebliche Verdrückungen, die einen qualifizierten Schichteneinbau verhindern und zu Schäden am Geogitter führen können. Erst mit dem Einbau der Schottertragschicht können gummibereifte Fahrzeuge problemlos den Weg befahren.

Der Baugrund reagiert sensibel auf Vibrationen / Erschütterungen, die während der Verdichtung von sandig kiesigen Böden entstehen. Hiervon sind sowohl die gesättigten bindigen Kleiböden als auch die angrenzende Bebauung (Flachgründungen) betroffen. Daher sind in den unteren Schichten ausschließlich leichte handgeführte Verdichtungen oder rein statische Verdichtungen



auszuführen. Die Schottertragschicht sollte mit einer an einer Walze montierten Trenkleplatte mit geringer Amplitude und Frequenz oder mit einer Gummiradwalze statisch verdichtet werden.

An angrenzenden Gebäuden ist ggf. eine Beweissicherung vor Beginn der Arbeiten durchzuführen.

#### 6.4 Wasserhaltung

Für die Erdarbeiten sind offene Wasserhaltungsmaßnahmen ausreichend. Der parallel zur geplanten Straße vorhandene Graben ist zu nutzen. In anderen Abschnitten ist der Graben frühzeitig zur Gewährleistung der Vorflut herzustellen.

Zur Herstellung der Gewässerquerung ist der Graben je nach Erfordernis einzustauen, überzupumpen oder mittels Beipass bauzeitig am Baufeld vorbeizuleiten. Die Baugrube ist mittels eines Querdammes abzusperren, innerhalb der Baugrube ist eine offene Wasserhaltung ausreichend.

#### 6.5 Baustoffe und Qualitätsanforderungen

Für die Herstellung des Wirtschaftsweges sind folgende Baustoffe und Qualitätssicherungsanforderungen aus geotechnischer Sicht zu berücksichtigen:

- **Geländeoberfläche** profilgerecht zur Verlegung eines Geogitters herstellen. Aufgeweichte und weich-breiige Gründungsbereiche sind gegen steifes bindiges Bodenmaterial bzw. Sande auszutauschen – keine weiteren Anforderungen
- **Geogitter mit Trennvlieslage** – untere Lage (z.B. Firma Naue Combigrad 40/40 Q1 GRK4 C)
 

|                                           |                                               |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| pH-Wert                                   | Oberboden / Klei zwischen 6,5 – 9,5           |
| Nennfestigkeit:                           | $\geq 40$ / $\geq 40$ kN/m (DIN EN ISO 10319) |
| Zugkraftaufnahme bei 2% Dehnung:          | 16 / 16 kN/m                                  |
| Dehnung bei Nennfestigkeit:               | $\leq 7$ / $\leq 7$ % (DIN EN ISO 10319)      |
| Geotextilrobustheitsklasse Gesamtprodukt: | GRK 4                                         |
- **Geländeauffüllung / Dammlage**

|             |                                                      |
|-------------|------------------------------------------------------|
| Baustoff    | Grobkörniger Boden der Bodengruppe SE nach DIN 18196 |
| Anforderung | Verdichtung gemäß ZTV E-StB                          |
- **Planumsverbesserung (untere Lage Frostschutzschicht)**

|                                            |                                                                                                         |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mindestschichtstärke unterhalb Tragschicht | $d = 0,25$ m bis $0,37$ m                                                                               |
| Baustoffgemisch                            | Sand-Kies-Gemisch nach DIN 18196                                                                        |
| Feinkornanteil                             | UF5                                                                                                     |
| Ungleichförmigkeit                         | $C_u > 6$                                                                                               |
| Kiesanteil $d > 2,0$ mm                    | $> 25$ M.-%                                                                                             |
| Anforderung                                | Tragfähigkeit $E_{v2} \geq 30$ MPa (Kategorie A)<br>Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 98\%$ (Kategorie A+B) |



- **Geogitter - obere Lage** (z.B. Firma Naue Secugrid 30/30 Q6)

|                                          |                                      |
|------------------------------------------|--------------------------------------|
| Nennfestigkeit:                          | $\geq 30 / \geq 30$ kN/m             |
| Zugkraftaufnahme bei 2% Dehnung:         | 13,5 / 13,5 kN/m                     |
| Dehnung bei Nennfestigkeit:              | $\leq 7 / \leq 7$ % DIN EN ISO 10319 |
| Max. Kriechdehnung 30 % Auslastungsgrad: | $\leq 0,50$ %                        |
| Bemessungswiderstand RB,d:               | $\geq 14,6 / \geq 14,6$ kN/m         |

- **Schottertragschicht (obere Lage Frostschutzschicht) – Kategorie A + B**

|                      |                                                |
|----------------------|------------------------------------------------|
| Mindestschichtstärke | d = 0,20 m bis 0,30 m (je nach Variante)       |
| Baustoffgemisch      | Güteüberwachtes Material gem. TL SoB-StB       |
| Körnung              | 0/45 als natürliche Gesteinskörnung            |
| Anforderung          | Prüfungen gem. ZTV SoB-StB                     |
|                      | Tragfähigkeit $E_{v2} \geq 80$ MPa bis 120 MPa |
|                      | Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100$ % - 103%    |

- **obere Lage Frostschutzschicht – Kategorie C mit Baugrundertüchtigung**

|                      |                                            |
|----------------------|--------------------------------------------|
| Mindestschichtstärke | d $\geq 0,20$ m                            |
| Baustoffgemisch      | Kies-Sand-Gemisch gem. HVA SH, Abschnitt 5 |
| Körnung              | Kiesanteil $\geq 40$ M.-%                  |
| Anforderung          | Prüfungen gem. ZTV SoB-StB                 |
|                      | Tragfähigkeit $E_{v2} \geq 120$ MPa        |
|                      | Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 103$ %       |

- **Bankett gem. HVA-B StB (SH) Baubeschreibung Abschnitt 5, LB 112 - Abs. 3.6**

|                 |                                                                                |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Baustoff        | Standfestes Material als weitgestuftes Kies-Sand-Gemisch nach DIN 18196,       |
| Baustoffgemisch | 0/32; Mindestanteil der Körnung > 2 mm von 40 M.-%                             |
|                 | Feinkornanteil Körnung < 0,063 mm von 8,0 bis 17,0 M.-% im eingebauten Zustand |
| Anforderung     | Tragfähigkeit $E_{v2} \geq 80$ MPa                                             |
|                 | Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100$ %                                           |

Es wird empfohlen, die Schottertragschicht auch für das standfeste Bankett mit einzusetzen.



## 7. Zusammenfassung

Es wird im Zuge des Dreistreifigen Ausbaus der B5, Tönning – Husum, übergeordnet für den 1. bis 4. Bauabschnitt Gründungs- und Ausbauempfehlungen von Wirtschaftswegen erarbeitet. Die Gründungen erfolgen auf wenig tragfähigen Bodenschichten.

Die Wirtschaftswege unterliegen unterschiedlicher Beanspruchung und an die Gebrauchstauglichkeit werden unter Einbeziehung des bauzeitigen Umleitungsverkehrs verschiedene Anforderungen definiert.

Mit der Differenzierung der Wertigkeit des Fahrweges wird der Wirtschaftsweg im vorliegenden Geotechnischen Bericht in drei Kategorien unterteilt. Hierzu werden die Richtlinien des DWA-A 904 „Richtlinien für den ländlichen Wegebau“ und der RStO „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen“ herangezogen.

Die Kategorie A steht für befestigte Feldwege als Wirtschaftswege gemäß DWA-A 904. Für den Ausbau wird eine direkte Gründung des Straßenoberbaus auf den unbelasteten setzungsempfindlichen Baugrund angesetzt. Je nach Wertigkeit der Straße kann in zwei Varianten mit einem frostsicheren und einem nicht frostsicheren Straßenoberbau unterschieden werden. Durch den Einsatz von Geokunststoffen kann der Schichtenaufbau der Tragschichten noch einmal reduziert werden. Es ist mittel- und langfristigen Baugrundverformungen von bis zu einem Dezimeter zu rechnen.

Die Kategorie B steht für Verbindungs- und Wirtschaftswege nach den Vorgaben der RStO (Belastungsklasse Bk 0,3 und Bk 1,0) und für einen frostsicheren Straßenoberbau. Auch in dieser Kategorie wird der Straßenoberbau direkt auf den verformungswilligen Baugrund aufgesetzt. Zur Minimierung der Neulasten und Reduzierung der Baugrundverformung ist der Straßenoberbau unter Einbeziehung von Geokunststoffen und Baustoffen mit hohen Trag- und Festigkeitseigenschaften dimensioniert worden. So kann auf eine zusätzliche lasterhöhende Planumsverbesserung verzichtet werden.

Die Kategorie C der Wirtschaftswege beinhaltet die bauzeitige Aufnahme des Umleitungsverkehrs der B5 über mehrere Monate bzw. Jahre. Zur Gewährleistung einer ausreichenden Gebrauchstauglichkeit ist für diese Streckenabschnitte der Baugrund hinsichtlich seiner Tragfähigkeit und Standsicherheit zu ertüchtigen. Es wird empfohlen, den Baugrund mittels Bodenüberschüttung und Vertikaldrainagen vorweg vor dem Ausbau ausreichend zu konsolidieren. Nach der Konsolidierung des Baugrundes kann der Wirtschaftsweg nach den Vorgaben der RStO, Tafel 1, Zeile 1 ohne weitere Zusatzmaßnahmen ausgebaut werden. Unter Berücksichtigung der Baugrundverformungen muss eine Mindestschichtstärke aus grobkörnigem Boden von 1,30 m zwischen der OK Kleihorizont und UK Asphalt liegen. Die obere Lage Frostschuttschicht ist nach den Anforderungen des HVA B-StB (SH), Baubeschreibung Abschnitt 5 herzustellen.

Im Weiteren wird kurz auf Besonderheiten an Bauwerksumfahrungen / Anschlussstellen / vor-konsolidierten Dammlagen und an Querungen eingegangen. Diese Bereiche bedürfen einer zusätzlichen geotechnischen Betrachtung.

Die Baugrundkonsolidierung und die Überprüfung der Standsicherheit in den unterschiedlichen Schüttphasen sowie für den Endausbau (Grenzzustände BS-T und BS-P nach DIN EN 1997-1)



sind in Geotechnischen Entwurfsberichte zu bearbeiten und nachzuweisen. Aufgrund der Vielzahl an Zwangspunkten kann nur eine grundsätzliche Vorgabe der Gründung dargestellt werden, eine detaillierte Bearbeitung sämtlicher örtlicher Gegebenheiten ist mit dieser Unterlagenschärfe nicht möglich.

Allgemeine baubetriebliche Empfehlungen sind aufgenommen worden. Aufgrund der nicht standardisierten aber gleichwertig entwickelten Bauweisen, insbesondere der Kategorie A + B, sind für die Entwurfsplanung Baustoffe für die einzelnen Ausbauquerschnitte definiert und Anforderungen benannt worden.

  
Beratender Ingenieur  
Dipl.-Ing. Niels Wittorf

